

BEST AVAILABLE COPY
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-118124

(43)Date of publication of application : 15.04.2004

(51)Int.Cl.

G02B 6/40
-G25D 1/02-

(21)Application number : 2002-284565

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 27.09.2002

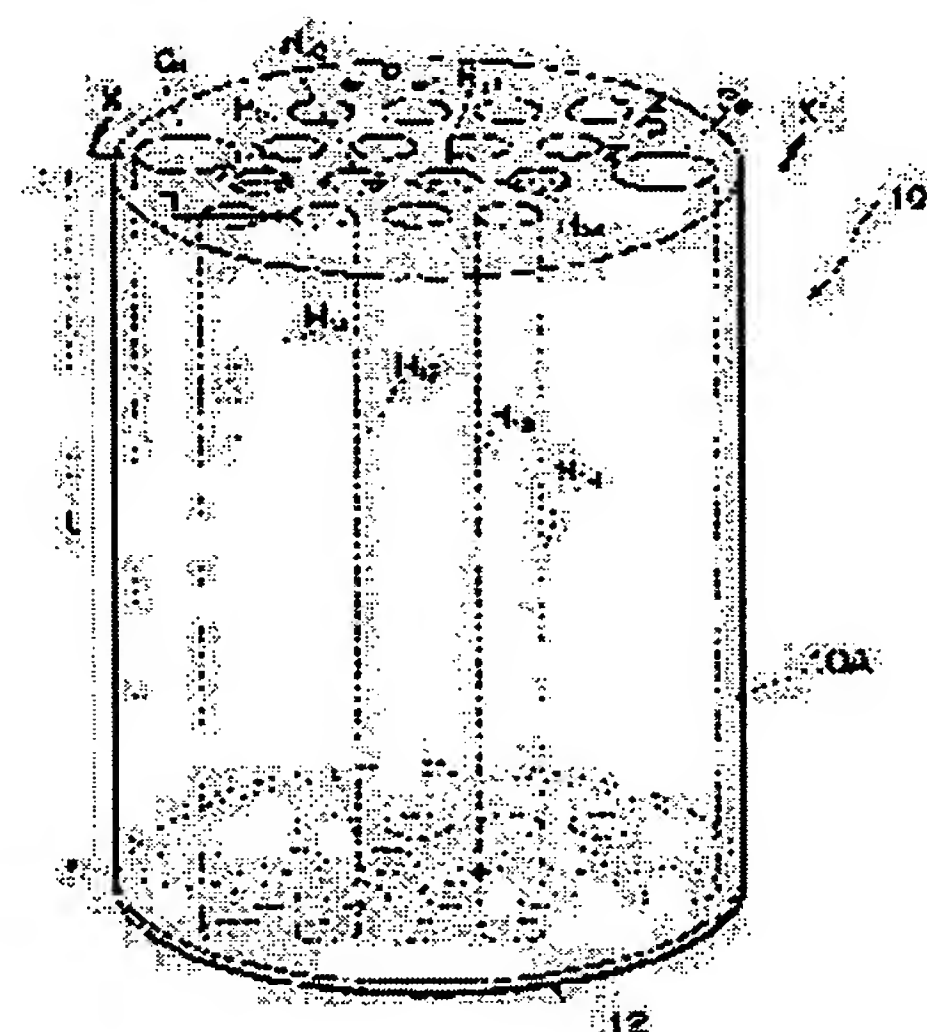
(72)Inventor : NAKAJIMA TOSHIHIRO

(54) 2-DIMENSIONAL OPTICAL FIBER HOLDER AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical fiber holder which allows a plurality of optical fibers to be two-dimensionally arrayed and held with a high precision, and a manufacturing method therefor.

SOLUTION: An optical fiber holder 10 is provided with an optical fiber positioning plate 12 and a holder main body 10A which consists of a plated columnar metal on one principal surface of the positioning plate 12. The positioning plate 12 is provided with a plurality of through holes which pierce the positioning plate 12 from one principal surface to the other and have sizes increased toward the other principal surface, and optical fiber holding holes H11 to H14 and H21 to H24 corresponding to the plurality of through holes in the positioning plate 12 are given to the holder main body 10A. The positioning plate 12 is brought into contact with one end face of a deposition control cylinder, and a positioning plate similar to the positioning plate 12 is arranged on the other end face side of the deposition control cylinder, and plating is performed in a state in which non-metallic core wires are inserted through the through holes facing each other. Core wires, the deposition control cylinder, etc. are removed from the positioning plate 12 and the columnar metal.



10 光ファイバホルダ
10A 柱状金属
12 位置決めプレート

H11-H24 光ファイバ保持孔
G.C. 電着制御シリンダ

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

- - Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-118124

(P2004-118124A)

(43) 公開日 平成16年4月15日(2004.4.15)

(51) Int. Cl. ⁷G02B 6/40
C25D 1/02

F1

G02B 6/40
C25D 1/02 311

テーマコード (参考)

2H036

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-284565 (P2002-284565)
(22) 出願日 平成14年9月27日 (2002. 9. 27)(71) 出願人 000004075
ヤマハ株式会社
静岡県浜松市中沢町10番1号
(74) 代理人 100075074
弁理士 伊沢 敏昭
(72) 発明者 中嶋 敏博
静岡県浜松市中沢町10番1号ヤマハ株式
会社内
Fターム(参考) 2H036 JA01 QA19 QA20

(54) 【発明の名称】 2次元光ファイバホルダとその製法

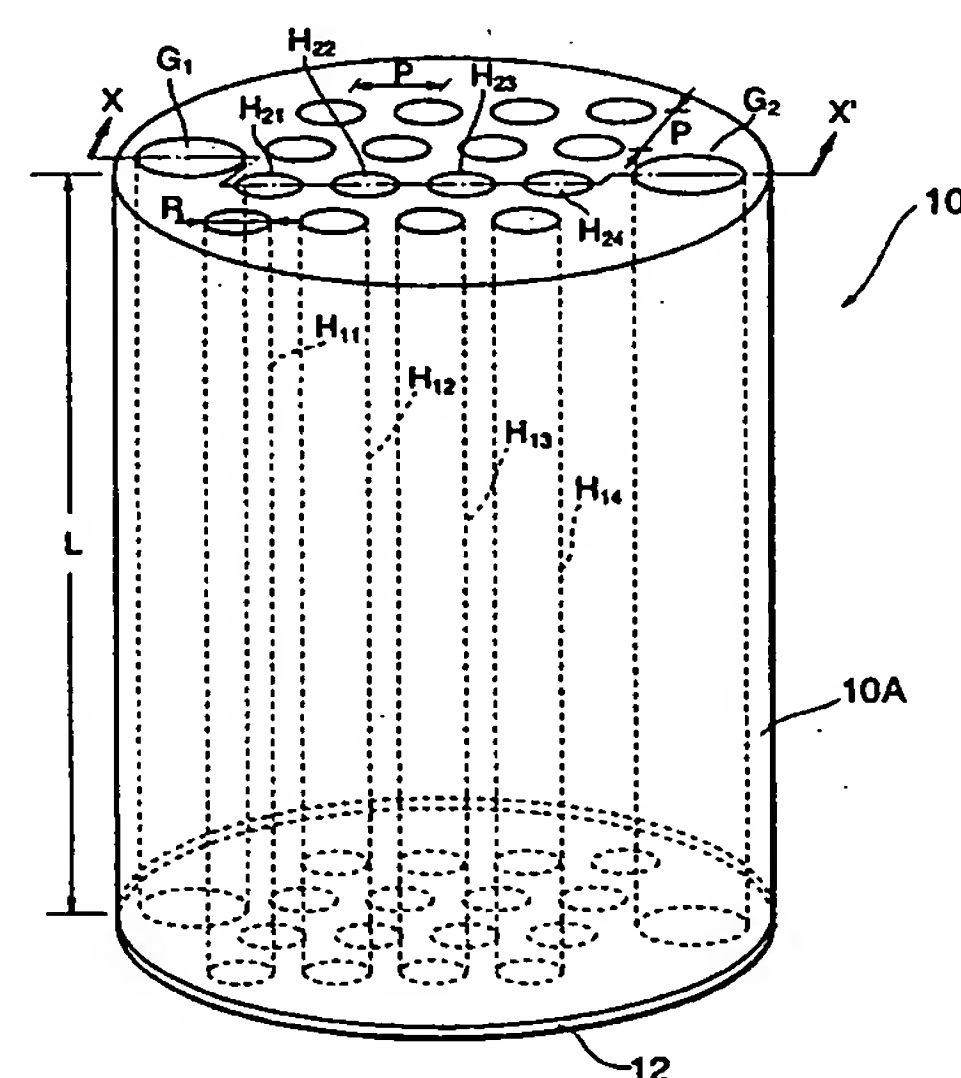
(57) 【要約】

【課題】複数の光ファイバを2次元的に精度良く整列して保持可能な光ファイバホルダとその製法を提供する。

【解決手段】光ファイバホルダ10は、光ファイバ位置決め板12と、この位置決め板12の一方の主面にメッキされた柱状金属からなるホルダ本体10Aとを備えている。位置決め板12には一方の主面から他方の主面に貫通し且つ他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように複数の貫通孔が設けられ、ホルダ本体10Aには位置決め板12の複数の貫通孔にそれぞれ対応した光ファイバ保持孔 $H_{11} \sim H_{14}$ 、 $H_{21} \sim H_{24}$ …付与される。メッキ規制筒の一方の端面に位置決め板12を当接すると共にメッキ規制筒の他方の端面側に位置決め板12と同様の位置決め板を配置し、対向する貫通孔毎に非金属製の芯線を通した状態でメッキ処理を行なう。位置決め板12及び柱状金属から芯線、メッキ規制筒等を除去する。

【選択図】

図1



10: 光ファイバホルダ
10A: ホルダ本体
12: 光ファイバ位置決め板

$H_{11} \sim H_{24}$: 光ファイバ保持孔
 G_1, G_2 : ガイドピン挿入孔

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2次元配置の複数の貫通孔が一方の主面から他方の主面に貫通するように設けられた金属製の位置決め板であって、各貫通孔が前記他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられたものと、

前記複数の貫通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する2次元配置の複数の光ファイバ保持孔を有するように前記位置決め板の一方の主面にメッキされた柱状金属からなるホルダ本体であって、前記位置決め板の各貫通孔毎に該貫通孔に対応する光ファイバ保持孔のサイズを前記他方の主面に近づくにつれて増大させるように前記柱状金属の一部が該貫通孔の内面を覆っているものと
を備えた2次元光ファイバホルダ。

10

【請求項 2】

前記位置決め板には前記一方の主面から前記他方の主面に貫通し且つ前記他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように複数のガイドピン挿通孔が設けられ、前記柱状金属が前記複数のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する複数のガイドピン挿入孔を有するようにメッキされ、前記位置決め板の各ガイドピン挿通孔毎に該ガイドピン挿通孔に対応するガイドピン挿入孔のサイズを前記他方の主面に近づくにつれて増大させるように前記柱状金属の一部が該ガイドピン挿通孔の内面を覆っている請求項1記載の2次元光ファイバホルダ。

【請求項 3】

複数の第1のガイドピン挿通孔と2次元配置の複数の第1の貫通孔とが一方の主面から他方の主面に貫通するように設けられた金属製の第1の位置決め板であって、各第1のガイドピン挿通孔及び各第1の貫通孔がいずれも前記第1の位置決め板の他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられたものと、前記複数の第1のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応する複数の第2のガイドピン挿通孔と前記複数の第1の貫通孔にそれぞれ対応する2次元配置の複数の第2の貫通孔とが一方の主面から他方の主面に貫通するように設けられた金属製の第2の位置決め板であって、各第2のガイドピン挿通孔及び各第2の貫通孔がいずれも前記第2の位置決め板の他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられたものと、前記第1の位置決め板において前記複数の第1の貫通孔を配置した孔配置領域より広い開口サイズを有する筒孔が一方の端面から他方の端面に貫通するように設けられた非金属製のメッキ規制筒であって、前記複数の第1のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応する複数の第3のガイドピン挿通孔が前記筒孔に平行に前記一方の端面から前記他方の端面に貫通するように設けられたものと、前記複数の第1の貫通孔にそれぞれ対応する複数の芯線であって、いずれも光ファイバ又は光ファイバ状の非金属材からなり且つ前記メッキ規制筒の長さより前記第1及び第2の位置決め板の合計厚さを加えた値より大きな長さを有するものと、前記複数の第1のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応する複数のガイドピンとを用意するステップと、

30

前記筒孔を介して前記第1の位置決め板の一方の主面と前記第2の位置決め板の他方の主面とを対向させるように前記メッキ規制筒の一方及び他方の端面側にそれぞれ前記第1及び第2の位置決め板を配置した状態で前記複数のガイドピンを前記第1の位置決め板の他方の主面側から前記複数の第1のガイドピン挿通孔をそれぞれ介して前記複数の第3のガイドピン挿通孔にそれぞれ挿通し、更に前記複数の第2のガイドピン挿通孔にそれぞれ挿通して前記メッキ規制筒と前記第1及び第2の位置決め板とを位置合せするステップと、前記メッキ規制筒と前記第1及び第2の位置決め板とを位置合せした状態で前記複数の芯線を前記第1の位置決め板の他方の主面側から前記複数の第1の貫通孔をそれぞれ介し且つ前記筒孔を経て前記複数の第2の貫通孔にそれぞれ挿通するステップと、

40

前記複数の芯線を前記複数の第1の貫通孔にそれぞれ挿通すると共に前記筒孔を経て前記複数の第2の貫通孔にそれぞれ挿通した状態で前記複数の第1の貫通孔に前記筒孔を連通させるように前記メッキ規制筒の一方の端面に前記第1の位置決め板の一方の主面を当接すると共に前記メッキ規制筒の他方の端面と前記第2の位置決め板の他方の主面との間の

50

隙間を介して前記筒孔にメッキ液を導入してメッキ処理を行なうことにより前記第1の位置決め板の一方の主面に前記筒孔に沿って柱状金属をメッキするステップと、
前記第1の位置決め板及び前記柱状金属の結合体から前記第2の位置決め板、前記複数のガイドピン、前記複数の芯線及び前記メッキ規制筒を除去し、前記結合体を2次元光ファイバホルダとして残すステップと
を含む2次元光ファイバホルダの製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多芯光コネクタの構成部品である多芯フェルールとして用いるに好適な2次元光ファイバホルダ及びその製法に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

従来、単芯フェールの製法としては、電気メッキ処理により芯線を包囲する金属層を形成した後、金属層から芯線を除去し、残された円筒状の金属層により単芯フェールを形成するものが知られている（例えば、特開2001-192882号公報参照）。

【0003】

また、2次元光ファイバホルダの製法としては、ジルコニア、アルミナ又は石英等の非金属材料を型焼結して光ファイバホルダを形成するものが知られている。

【0004】

20

【発明が解決しようとする課題】

上記した単芯フェールの製法によると、多芯フェール又は2次元光ファイバホルダを製作できないという問題点がある。また、上記した2次元光ファイバホルダの製法によると、次のような問題点がある。

【0005】

（イ）型の作成に著しいコストと時間を要し、型の内容（2次元配置のデザイン）を変更するのが容易でない。

【0006】

（ロ）2次元配置の光ファイバの本数が多くなるほど、光ファイバの位置精度を確保するのが困難となる。

30

【0007】

（ハ）高温焼結の終了時に冷却収縮が起こるため、光ファイバの位置精度が低下するのを免れない。

【0008】

（ニ）焼結に用いる型の加工精度を確保する必要上から、光ファイバホルダの長さが制限される。現状では、光ファイバの直径に相当する0.125mmの直径を有する長いピンを形成するのが困難であるため、光ファイバホルダの長さは、5mm以下に制限される。

【0009】

この発明の目的は、複数の光ファイバを精度良く整列して保持することができる新規な2次元光ファイバホルダ及びその製法を提供することにある。

40

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る2次元光ファイバホルダは、
2次元配置の複数の貫通孔が一方の主面から他方の主面に貫通するように設けられた金属製の位置決め板であって、各貫通孔が前記他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられたものと、
前記複数の貫通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する2次元配置の複数の光ファイバ保持孔を有するように前記位置決め板の一方の主面にメッキされた柱状金属からなるホルダ本体であって、前記位置決め板の各貫通孔毎に該貫通孔に対応する光ファイバ保持孔のサイズを前記他方の主面に近づくにつれて増大させるように前記柱状金属の一部が

50

該貫通孔の内面を覆っているものと

を備えたものである。ここで、孔のサイズとは、孔の直径、孔の一辺の長さ等をいう。

【0011】

この発明の2次元光ファイバホルダによれば、2次元配置の複数の貫通孔を有する金属製の位置決め板は、薄膜プロセス等により高精度且つ簡単に作成可能であり、特に各貫通孔の位置やサイズ及び貫通孔間ピッチは、 $0.5\mu\text{m}$ 等のサブミクロンの精度で設定することができる。位置決め板の一方の主面には、位置決め板の複数の貫通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する2次元配置の複数の光ファイバ保持孔を有するように柱状金属がメッキされ、この柱状金属によりホルダ本体が構成される。また、位置決め板では、各貫通孔が他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられると共に、ホルダ本体では、位置決め板の各貫通孔毎に該貫通孔に対応する光ファイバ保持孔のサイズを位置決め板の他方の主面に近づくにつれて増大させるように柱状金属の一部が該貫通孔の内面を覆う構成となっており、位置決め板の他方の主面側から各光ファイバ保持孔に光ファイバを挿入し、セットするのが容易となる。このため、位置決め板の各貫通孔及びホルダ本体の各ファイバ保持孔は、いずれもサイズをできるだけ小さく設定することができる。従って、複数の光ファイバ保持孔では、複数の光ファイバを2次元的に精度良く整列して保持することができる。

10

【0012】

この発明の2次元光ファイバホルダにおいて、前記位置決め板には前記一方の主面から前記他方の主面に貫通し且つ前記他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように複数のガイドピン挿通孔が設けられ、前記柱状金属が前記複数のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する複数のガイドピン挿入孔を有するようにメッキされ、前記位置決め板の各ガイドピン挿通孔毎に該ガイドピン挿通孔に対応するガイドピン挿入孔のサイズを前記他方の主面に近づくにつれて増大させるように前記柱状金属の一部が該ガイドピン挿通孔の内面を覆っている構成としてもよい。このようにすると、この発明の2次元光ファイバホルダの複数のガイドピン挿入孔と他の同種の2次元光ファイバホルダの複数のガイドピン挿入孔とをそれぞれ連通させた状態で連通に係るガイドピン挿入孔毎にガイドピンを挿入することにより両光ファイバホルダの光ファイバを精度良く（光学的に低損失で）結合することができる。

20

【0013】

この発明に係る2次元光ファイバホルダの製法は、
複数の第1のガイドピン挿通孔と2次元配置の複数の第1の貫通孔とが一方の主面から他方の主面に貫通するように設けられた金属製の第1の位置決め板であって、各第1のガイドピン挿通孔及び各第1の貫通孔がいずれも前記第1の位置決め板の他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられたものと、前記複数の第1のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応する複数の第2のガイドピン挿通孔と前記複数の第1の貫通孔にそれぞれ対応する2次元配置の複数の第2の貫通孔とが一方の主面から他方の主面に貫通するように設けられた金属製の第2の位置決め板であって、各第2のガイドピン挿通孔及び各第2の貫通孔がいずれも前記第2の位置決め板の他方の主面に近づくにつれてサイズを増大するように設けられたものと、前記第1の位置決め板において前記複数の第1の貫通孔を配置した孔配置領域より広い開口サイズを有する筒孔が一方の端面から他方の端面に貫通するように設けられた非金属製のメッキ規制筒であって、前記複数の第1のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応する複数の第3のガイドピン挿通孔が前記筒孔に平行に前記一方の端面から前記他方の端面に貫通するように設けられたものと、前記複数の第1の貫通孔にそれぞれ対応する複数の芯線であって、いずれも光ファイバ又は光ファイバ状の非金属材料となり且つ前記メッキ規制筒の長さより前記第1及び第2の位置決め板の合計厚さを加えた値より大きな長さを有するものと、前記複数の第1のガイドピン挿通孔にそれぞれ対応する複数のガイドピンとを用意するステップと、
前記筒孔を介して前記第1の位置決め板の一方の主面と前記第2の位置決め板の他方の主面とを対向させるように前記メッキ規制筒の一方及び他方の端面側にそれぞれ前記第1及

30

40

50

び第2の位置決め板を配置した状態で前記複数のガイドピンを前記第1の位置決め板の他方の主面側から前記複数の第1のガイドピン挿通孔をそれぞれ介して前記複数の第3のガイドピン挿通孔にそれぞれ挿通し、更に前記複数の第2のガイドピン挿通孔にそれぞれ挿通して前記メッキ規制筒と前記第1及び第2の位置決め板とを位置合せするステップと、前記メッキ規制筒と前記第1及び第2の位置決め板とを位置合せした状態で前記複数の芯線を前記第1の位置決め板の他方の主面側から前記複数の第1の貫通孔をそれぞれ介し且つ前記筒孔を経て前記複数の第2の貫通孔にそれぞれ挿通するステップと、前記複数の芯線を前記複数の第1の貫通孔にそれぞれ挿通すると共に前記筒孔を経て前記複数の第2の貫通孔にそれぞれ挿通した状態で前記複数の第1の貫通孔に前記筒孔を連通させるように前記メッキ規制筒の一方の端面に前記第1の位置決め板の一方の主面を当接すると共に前記メッキ規制筒の他方の端面と前記第2の位置決め板の他方の主面との間の隙間を介して前記筒孔にメッキ液を導入してメッキ処理を行なうことにより前記第1の位置決め板の一方の主面に前記筒孔に沿って柱状金属をメッキするステップと、前記第1の位置決め板及び前記柱状金属の結合体から前記第2の位置決め板、前記複数のガイドピン、前記複数の芯線及び前記メッキ規制筒を除去し、前記結合体を2次元光ファイバホルダとして残すステップとを含むものである。

10

【0014】

この発明の2次元光ファイバホルダの製法によれば、薄膜プロセス等により高精度で作成された第1及び第2の位置決め板をメッキ規制筒の一方及び他方の端面にそれぞれ配置した状態で複数のガイドピンを複数の第1のガイドピン挿通孔から複数の第3のガイドピン挿通孔を介して複数の第2のガイドピン挿通孔にそれぞれ挿通するようにしたので、メッキ規制筒と第1及び第2の位置決め板とを精密に位置合わせすることができる。そして、このような精密位置合せの後、複数の芯線を複数の第1の貫通孔から筒孔を経て複数の第2の貫通孔にそれぞれ挿通した状態でメッキ規制筒内でメッキ処理を行なうことにより第1の位置決め板の一方の主面に筒孔に沿って柱状金属をメッキするようにしたので、柱状金属（ホルダ本体）では、各芯線位置に対応して光ファイバ保持位置が精度良く決定される。従って、第1の位置決め板及び柱状金属の結合体からなる光ファイバホルダとしては、複数の光ファイバを2次元的に精度良く整列して保持可能なものが得られる。

20

【0015】

【発明の実施の形態】

図1は、この発明の一実施形態に係る2次元光ファイバホルダを示すもので、図1のX-X'線に沿う断面は、図2に示されている。

30

【0016】

2次元光ファイバホルダ10は、光ファイバ位置決め板12と、この位置決め板12の一方の主面にメッキされた円柱状金属からなるホルダ本体10Aとを備えている。位置決め板12は、例えばNi-Fe合金等の金属からなるもので、後述する薄膜プロセスにより高精度且つ簡単に製作可能である。

【0017】

位置決め板12には、一方の主面から他方の主面に貫通するように2個のガイドピン挿通孔 K_1 、 K_2 と、行列配置の 4×4 個の貫通孔（図2には貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ を示す）とが設けられている。 K_1 等の各ガイドピン挿通孔は、位置決め板12の他方の主面に近づくにつれてサイズ（直径）を増大するように設けられている。また、 h_{21} 等の各貫通孔も、位置決め板12の他方の主面に近づくにつれてサイズ（直径）を増大するように設けられている。

40

【0018】

ホルダ本体10Aを構成する円柱状金属は、ガイドピン挿通孔 K_1 、 K_2 にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する2個のガイドピン挿入孔 G_1 、 G_2 と、 $h_{21} \sim h_{24}$ 等の行列配置の 4×4 個の貫通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する行列配置 4×4 個の光ファイバ保持孔 $H_{11} \sim H_{14}$ 、 $H_{21} \sim H_{24} \dots$ とを有するように位置決め

50

板 1 2 の一方の主面にメッキされたもので、メッキ処理の詳細については図 3 を参照して後述する。ホルダ本体 1 0 A を構成する金属材料としては、Ni - Fe 合金、Ni 又は Cu 等が用いられ、Ni - Fe 合金としてはインバー組成のものを用いてもよい。

【0019】

ホルダ本体 1 0 A においては、 K_1 等の各ガイドピン挿通孔毎に該ガイドピン挿通孔に対応する G_1 等のガイドピン挿入孔のサイズ（直径）を位置決め板 1 2 の他方の主面に近づくにつれて増大させるように円柱状金属（ホルダ本体）の一部が該ガイドピン挿通孔の内面を覆っている。また、 $h_{2,1}$ 等の各貫通孔毎に該貫通孔に対応する $H_{2,1}$ 等の光ファイバ保持孔のサイズ（直径）を位置決め板 1 2 の他方の主面に近づくにつれて増大させるように円柱状金属（ホルダ本体）の一部が該貫通孔の内面を覆っている。

10

【0020】

ホルダ本体 1 0 A では、一例として、長さ（メッキ厚さ） L を $1 \sim 10 \text{ mm}$ 、 $H_{1,1}$ 等の各光ファイバ保持孔の直径 R を 0.125 mm 、隣り合う光ファイバ保持孔間のピッチ（孔中心間の距離） P を 0.25 mm 、 G_1 等のガイドピン挿通孔の直径を 1 mm 、ホルダ本体 1 0 A を構成する円柱状金属の直径を 6 mm とすることができる。ガイドピン挿入孔 G_1 、 G_2 にそれぞれ挿入されるガイドピン GP_1 、 GP_2 は、いずれもステンレススチール又はセラミック等により構成することができる。

【0021】

図 1、2 に示した光ファイバホルダ 1 0 によれば、位置決め板 1 2 の他方の主面に近づくにつれて G_1 等のガイドピン挿入孔のサイズ（直径）が大きくなっているもので、図 2 に示すように位置決め板 1 2 の他方の主面からガイドピン挿入孔 G_1 、 G_2 にガイドピン GP_1 、 GP_2 を挿入するのが容易になると共に光ファイバ保持孔 $H_{2,1} \sim H_{2,4}$ に光ファイバ $F_{2,1} \sim F_{2,4}$ をそれぞれ挿入するのが容易となる。 $H_{2,1} \sim H_{2,4}$ 以外の光ファイバ保持孔についても $H_{2,1} \sim H_{2,4}$ と同様にして光ファイバの挿入が容易となる。このため、各ガイドピン挿入孔及び各光ファイバ保持孔のいずれについても、挿入容易性を考慮して孔サイズを大きくする必要がなく、孔サイズはできるだけ小さく設定することができる。従って、光ファイバホルダ 1 0 は、 $F_{2,1} \sim F_{2,4}$ 等の光ファイバを 2 次元的に精度良く整列して保持することができる。

20

【0022】

図 1、2 に示した光ファイバホルダ 1 0 は、他の同種の光ファイバホルダと光学的に結合しやすい利点を有する。すなわち、他の同種の光ファイバホルダとして、ガイドピン GP_1 、 GP_2 を保持していない点を除いて光ファイバホルダ 1 0 と同様の構成を有するもの（第 2 の光ファイバホルダという）を用意した後、光ファイバホルダ 1 0 の一方の端面（図 2 の左側の端面）に第 2 の光ファイバホルダの孔サイズ大の端面（図 2 の右側端面に対応）を接触させた状態で光ファイバホルダ 1 0 のガイドピン GP_1 、 GP_2 を第 2 の光ファイバホルダの対応するガイドピン挿入孔に挿入することにより光ファイバホルダ 1 0 に対して第 2 の光ファイバホルダを簡単に結合することができる。第 2 の光ファイバホルダには、 $H_{2,1} \sim H_{2,4}$ 等の光ファイバ保持孔に関して前述したと同様にして各光ファイバ保持孔毎に光ファイバが予め保持されているので、図 2 の例では、光ファイバ $F_{2,1} \sim F_{2,4}$ に対して第 2 の光ファイバホルダの対応する光ファイバを精度良く（光学的に低損失で）結合することができ、このことは、 $F_{2,1} \sim F_{2,4}$ 以外の光ファイバについても同様である。

30

40

【0023】

次に、図 3 を参照して上記した光ファイバホルダの製法を説明する。

【0024】

光ファイバ位置決め板 1 2、2 2 は、いずれも Ni - Fe 合金等の金属からなるもので、一例として、 8 mm 角の正形状を有し且つ $50 \sim 100 \mu \text{m}$ の厚さを有するものとする。位置決め板 1 2 には、図 1、2 に関して前述したようにガイドピン挿通孔 K_1 、 K_2 及び貫通孔群 h が設けられている。貫通孔群 h は、貫通孔 $h_{2,1} \sim h_{2,4}$ 等の行列配置の 4×4 個の貫通孔を含んでいる。位置決め板 1 2 において、ガイドピン挿通孔

50

K₁, K₂を結ぶ直線の延長線上にはガイドピン挿通孔K₁, K₂にそれぞれ並べてガイドピン挿通孔K₃, K₄が設けられている。ガイドピン挿通孔K₃, K₄は、いずれもガイドピン挿通孔K₁と同様の構成を有するもので、位置決め板12の一方の主面から他方の主面に貫通すると共に位置決め板12の他方の主面(図3では下面)に近づくにつれてサイズ(直径)が増大するようになっている。

【0025】

位置決め板22には、位置決め板12のガイドピン挿通孔K₁~K₄及び貫通孔群hにそれぞれ対応するガイドピン挿通孔J₁~J₄及び貫通孔群fが設けられている。貫通孔群fは、行列配置の4×4個の貫通孔を含んでいる。ガイドピン挿通孔J₁~J₄は、いずれもガイドピン挿通孔K₁と同様の構成を有するもので、位置決め板22の一方の主面から他方の主面に貫通すると共に位置決め板22の他方の主面(図3では下面)に近づくにつれてサイズ(直径)が増大するようになっている。貫通孔群fに属する各貫通孔は、前述した貫通孔h₂₁と同様の構成を有するもので、位置決め板22の一方の主面から他方の主面に貫通すると共に位置決め板22の一方の主面から他方の主面に近づくにつれてサイズ(直径)が増大するようになっている。

10

【0026】

メッキ規制筒20は、樹脂(例えばテフロン[登録商標])等の非金属材料からなるもので、長手方向に直交する断面が円形状である筒孔Qが一方の端面から他方の端面に貫通するように設けられている。筒孔Qの開口サイズは、位置決め板12において貫通孔群hを配置した孔配置領域より広く設定されている。メッキ規制筒20には、筒孔Qに平行に一方の端面から他方の端面に貫通するようにガイドピン挿通孔P₁, P₂が設けられている。ガイドピン挿通孔P₁, P₂は、筒孔Qを挟むようにして位置決め板12のガイドピン挿通孔K₃, K₄にそれぞれ対応する(位置決め板22のガイドピン挿通孔J₃, J₄にそれぞれ対応する)位置に配置されたもので、位置決め板12のガイドピン挿通孔K₃, K₄にそれぞれ対応する(位置決め板22のガイドピン挿通孔J₃, J₄にそれぞれ対応する)サイズ(直径)を有する。

20

【0027】

メッキ処理に際しては、上記した位置決め板12, 22及びメッキ規制筒20の他に、ガイドピンg₁~g₄及び芯線群Fを用意する。ガイドピンg₁~g₄は、いずれもセラミック(例えばジルコニア又はアルミナ)等の非金属材料からなるもので、前述したガイドピンGP₁, GP₂と実質的に同一のサイズ(直径)を有する。芯線群Fは、貫通孔群f(又はh)に属する16個の貫通孔にそれぞれ対応する16本の芯線を含むもので、各芯線は、光ファイバ又は光ファイバ状の非金属材料からなっている。

30

【0028】

まず、筒孔Qを介して位置決め板12の一方の主面と位置決め板22の他方の主面とを対向させるようにメッキ規制筒20の一方及び他方の端面にそれぞれ位置決め板12及び22を配置した状態でガイドピンg₃とガイドピンg₄とを位置決め板12の他方の主面(孔サイズ大の主面)側からガイドピン挿通孔K₃, P₁, J₃とガイドピン挿通孔K₄, P₂, J₄とにそれぞれ挿通することによりメッキ規制筒20と位置決め板12, 22とを位置合せする。このとき、ガイドピン挿通孔K₃, K₄, J₃, J₄のいずれにも、孔サイズが徐々に増大した開口部からガイドピンを挿通するので、ガイドピン挿通作業を簡単に行なうことができる。

40

【0029】

次に、上記のような位置合せ状態において、貫通孔群h及びfにて対向する貫通孔毎に位置決め板12の他方の主面(孔サイズ大の主面)側から芯線群F中の1本の芯線を挿通する。このとき、各芯線は、対向する貫通孔間で筒孔Qに通される。いずれの貫通孔にも、孔サイズが徐々に増大した開口部から芯線を挿通するので、芯線挿通作業を簡単に行なうことができる。このような芯線挿通作業の結果、芯線群F中の16本の芯線は、図3に示すように貫通孔群h, f中の16組の対向貫通孔にそれぞれ挿通されることになる。

【0030】

50

上記のような芯線挿通作業の後（前でも可）ガイドピン g_1 とガイドピン g_2 とを位置決め板12の他方の主面側からガイドピン挿通孔 K_1, J_1 とガイドピン挿通孔 K_2, J_2 とにそれぞれ挿通する。このとき、ガイドピン g_1 は、挿通孔 K_1, J_1 間で筒孔 Q を通り、ガイドピン g_2 は、挿通孔 K_2, J_2 間で筒孔 Q を通る。ガイドピン挿通孔 K_1, K_2, J_1, J_2 のいずれにも、孔サイズが徐々に増大した開口部からガイドピンを挿通するので、ガイドピン挿通作業を簡単に行なうことができる。

【0031】

上記のようなガイドピン・芯線挿通状態において、図3に示すように貫通孔群 h 中の全貫通孔に筒孔 Q を連通させるようにメッキ規制筒20の一方の端面に位置決め板12の一方の主面を当接し、このような当接状態で位置決め板12及び規制筒20をメッキ液に浸漬することによりメッキ規制筒20の他方の端面と位置決め板22の他方の主面との間の隙間を介して筒孔 Q にメッキ液を導入する。そして、電気端子24を介して位置決め板12に通電することによりメッキ処理を行なう。

10

【0032】

メッキ処理では、位置決め板12の一方の主面に筒孔 Q に沿って例えばNi-Fe合金からなる円柱状金属が成長する。このとき、メッキ金属は、図2に示したように位置決め板12において $h_{21} \sim h_{24}$ 等の各貫通孔の内面やガイドピン挿通孔 K_1, K_2 の内面にも成長する。メッキ金属の成長がメッキ規制筒20の他方の端面（図3では上端）レベル以下の所定のレベルに達したとき、メッキ処理を停止する。なお、位置決め板12においてメッキ規制筒20の外部に露呈した部分がメッキされないように予めレジスト等を塗布しておいてもよい。

20

【0033】

メッキ処理の後、円柱状金属（ホルダ本体）及び位置決め板12の結合体から位置決め板22、ガイドピン $g_1 \sim g_4$ 、芯線群 F 中の各芯線及びメッキ規制筒20を引抜き等により除去し、該結合体を2次元光ファイバホルダとして残す。

【0034】

この後、必要に応じて円柱状金属及び位置決め板12の結合体（2次元光ファイバホルダ）に機械加工により外形整形処理を施す。例えば、図3に示す位置決め板12の角部を図1に示すようにホルダ本体10A（円柱状金属）の円柱の側面に合わせて丸めたり、図2に示すホルダ本体10Aの左側の端面及び位置決め板12の右側の主面に平坦性向上のために研磨処理を施したりしてもよい。このようにすると、図1、2に関して前述したと同様の構成を有する2次元光ファイバが得られる。

30

【0035】

次に、図4～7を参照して上記した位置決め板12、22のような光ファイバ位置決め板の製法の一例を説明する。

【0036】

図4の工程では、例えばガラス、石英又はシリコン等からなる基板30の一方の主面にメッキ下地層としてCu/Cr積層（Cr層にCu層を重ねた積層）32をスパッタ法により形成する。Cr層は、基板30に対するCu層の密着性を向上させるもので、Cr層及びCu層の厚さは、それぞれ30nm及び300nmとすることができる。

40

【0037】

次に、ホトリソグラフィ処理によりCu/Cr積層32の上にレジスト層34、 $R_1 \sim R_4$ 、 $R_{21} \sim R_{24}$ を形成する。レジスト層34は、所望の光ファイバ位置決め板の平面パターンに対応した孔34aを有するように形成する。レジスト層 $R_1 \sim R_4$ は、いずれも孔34a内において所望のガイドピン挿通孔に対応したパターンを有し且つ上部から下部に進むにつれてサイズが増大するように形成し、レジスト層 $R_{21} \sim R_{24}$ は、いずれも孔34a内において所望の貫通孔に対応したパターンを有し且つ上部から下部に進むにつれてサイズが増大するように形成する。ここで、層 $R_1 \sim R_4$ 又は $R_{21} \sim R_{24}$ のような順テーパ状のレジスト形状を得るためには、ステッパ（縮小投影露光装置）を用いた場合、

50

- (1) フォーカス位置をレジスト内に設定する方法、
 (2) レジスト下部にて露光量を小さく設定する方法（ポジレジスト用の方法）、
 (3) 露光マスクにおいて、マスク部の透過率を徐々に変化させる（レジストの裾にいくに従って透過率を高くする）方法
 のうちいずれかの方法を用いることができる。

【0038】

図5の工程では、レジスト層34, $R_1 \sim R_4$, $R_{21} \sim R_{24}$ をマスクとするNi-Fe合金の選択メッキ処理によりNi-Fe合金層からなる光ファイバ位置決め板12を形成する。位置決め板12の厚さは、50～100 μm 程度にすることができる。

【0039】

図6の工程では、薬液処理等によりレジスト層34, $R_1 \sim R_4$, $R_{21} \sim R_{24}$ を除去する。レジスト層 $R_1 \sim R_4$, $R_{21} \sim R_{24}$ を除去したため、位置決め板12には、ガイドピン挿通孔 $K_1 \sim K_4$ 及び貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ が付与される。各ガイドピン挿通孔及び貫通孔は、いずれも対応するレジスト層が上部から下部に進むにつれてサイズが増大するようになっていたため、位置決め板12の上面から下面に進むにつれてサイズが増大するように形成される。

【0040】

図7の工程では、エッチング処理によりCu/Cr積層32のうちのCu層を除去して基板30から位置決め板12を分離する。基板30の上面には、Cr層32aが残される。基板30は、Cr層32aの上にCu層をスパッタ法で形成することにより反復使用することができる。

【0041】

図8～12は、光ファイバ位置決め板の製法の他の例を示すもので、図4～7と同様の部分には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0042】

図8の工程では、図4に関して前述したと同様に基板30の一方の主面にCu/Cr積層32を形成する。そして、ホトリソグラフィ処理により所望のガイドピン挿通孔パターンにそれぞれ対応するレジスト層 $S_1 \sim S_4$ と、所望の貫通孔パターンに対応するレジスト層 $S_{21} \sim S_{24}$ とをCu/Cr積層32の上に形成する。レジスト層 $S_1 \sim S_4$ は、いずれもガイドピン挿通孔より若干大きなサイズ（直径）を有するように形成し、レジスト層 $S_{21} \sim S_{24}$ は、いずれも貫通孔より若干大きなサイズ（直径）を有するように形成する。レジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ は、いずれも孔の開口部で孔サイズが外方に向けて徐々に増大するのを可能にするものである。

【0043】

次に、図9の工程では、ホトリソグラフィ処理により基板上面にレジスト層36, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ を形成する。レジスト層36は、所望の光ファイバ位置決め板の平面パターンに対応した孔36aを有するように形成する。レジスト層 $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ は、孔36a内においてそれぞれレジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ の上に形成する。レジスト層 $L_1 \sim L_4$ は、いずれもガイドピン挿通孔に対応するもので、ガイドピン挿通孔に相当するサイズ（直径）を有するように形成する。レジスト層 $L_{21} \sim L_{24}$ は、いずれも貫通孔に対応するもので、貫通孔に相当するサイズ（直径）を有するように形成する。

【0044】

図10の工程では、レジスト層36, $S_1 \sim S_4$, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ をマスクとするNi-Fe合金の選択メッキ処理によりNi-Fe合金層からなる光ファイバ位置決め板12を形成する。このとき、位置決め板12は、レジスト層 $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ のうちの各レジスト層の周囲で上方に進むほど各レジスト層から離れるように（上方に進むに従ってサイズが増大する貫通孔を有するように）形成される。これは、 L_1 等の各レジスト層の周辺部では、メッキ下地膜としてのCu/Cr積層32が S_1 等のレジスト層で覆われているため、Cu/Cr積層32の真上に位置する部分に比べてメッキの

10

20

30

40

50

成長が遅れることによるものである。

【0045】

図11の工程では、薬液処理等によりレジスト層36, $S_1 \sim S_4$, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ を除去して位置決め板12にガイドピン挿通孔 $K_1 \sim K_4$ 及び貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ を付与する。

【0046】

図12の工程では、図7に関して前述したと同様にCu/Cr積層32のうちのCu層をエッチングで除去して基板30から位置決め板12を分離する。Cr層32aが基板30上に残される。

【0047】

図13～18は、光ファイバ位置決め板の製法の更に他の例を示すもので、図4～12と同様の部分には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0048】

図13の工程では、基板30の一方の主面にリフトオフ用のレジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ をホットソングラフィ処理により形成する。レジスト層 $S_1 \sim S_4$ は、いずれもガイドピン挿通孔に対応するもので、ガイドピン挿通孔より若干大きいサイズ（直径）で形成する。レジスト層 $S_{21} \sim S_{24}$ は、いずれも貫通孔に対応するもので、貫通孔より若干大きいサイズ（直径）で形成する。

【0049】

次に、レジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ を覆って基板30の一方の主面にCu/Cr積層32をスパッタ法で形成する。このとき、Cr層及びCu層の厚さは、それぞれ15nm及び200nmとすることができる。

【0050】

図14の工程では、リフトオフ処理によりレジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ をその上のCu/Cr積層部分と共に除去し、基板表面部分をそれぞれ露呈する孔 $M_1 \sim M_4$, $M_{21} \sim M_{24}$ をCu/Cr積層32に形成する。

【0051】

図15の工程では、基板上面にレジスト層36, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ を形成する。レジスト層36は、所望の光ファイバ位置決め板の平面パターンに対応した孔36aを有するように形成する。レジスト層 $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ は、孔36a内においてそれぞれ孔 $M_1 \sim M_4$, $M_{21} \sim M_{24}$ の中に形成する。レジスト層 $L_1 \sim L_4$ は、いずれもガイドピン挿通孔に対応するもので、ガイドピン挿通孔に相当するサイズ（直径）で形成する。レジスト層 $L_{21} \sim L_{24}$ は、いずれも貫通孔に対応するもので、貫通孔に相当するサイズで形成する。この結果、レジスト層 $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ のうちの各レジスト層の周辺部では、基板30の表面部分が環状に露呈されることになる。

【0052】

図16の工程では、レジスト層36, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ をマスクとするNi-Fe合金の選択メッキ処理によりNi-Fe合金層からなる光ファイバ位置決め板12を形成する。このとき、 L_1 等の各レジスト層の周辺部では、メッキ下地膜としてのCu/Cr積層32が円環状に欠如しているため、Cu/Cr積層32の真上に位置する部分に比べてメッキの成長が遅れる。このため、位置決め板12は、 L_1 等の各レジスト層の周囲で上方に進むほど各レジスト層から離れるように（上方に進むに従ってサイズが増大する孔を有するように）形成される。

【0053】

図17の工程では、薬液処理によりレジスト層36, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ を除去して位置決め板12にガイドピン挿通孔 $K_1 \sim K_4$ 及び貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ を付与する。

【0054】

図18の工程では、Cu/Cr積層32のうちのCu層をエッチングで除去して基板30から位置決め板12を分離する。Cr層32aが基板30上に残される。

10

20

30

40

50

【0055】

上記した光ファイバ位置決め板の製法によれば、ガイドピン挿通孔 $K_1 \sim K_4$ 及び貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ の位置やサイズ及び貫通孔間ピッチを $0.5 \mu m$ 等のサブミクロンの精度で設定することができる。

【0056】

図13～1.8に関して上記した光ファイバ位置決め板の製法によれば、次の(a)及び(b)のような付加的効果が得られる。

【0057】

(a) 図8の工程では、レジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ の厚さが $2 \mu m$ 以上あるため、基板上の凹凸が大きい。このため、図9の工程では、レジスト塗布の平坦性が損なわれやすく、レジスト層36, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ の寸法変動を招きやすい。これに対し、図14の工程では、レジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ を除去すると共にCu/Cr積層32の厚さが $200 nm$ 程度と薄いので、基板上の凹凸が小さい。このため、図15の工程では、レジスト塗布の均一性が向上し、レジスト層36, $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ の寸法変動が低減される。従って、位置決め板12の製造歩留りが向上する。

【0058】

(b) 図10の工程では、レジスト層 $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ の下にレジスト層 $S_1 \sim S_4$, $S_{21} \sim S_{24}$ がそれぞれ存在する状態でメッキ処理を行なうので、図11の工程でレジスト除去を行ない且つ図12の工程でCuエッチングを行なっても、位置決め板12のガイドピン挿通孔 $K_1 \sim K_4$ や貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ 内にレジストが残り、汚染を招きやすい。汚染は、図3に示したように位置決め板12, 22にガイドピンや芯線を通す際に位置決め精度の低下を招く。これに対し、図16の工程では、レジスト層 $L_1 \sim L_4$, $L_{21} \sim L_{24}$ の下にレジスト層が存在しない状態でメッキ処理を行なうので、位置決め板12に付着して残存するレジスト量が少なくなり、汚染を低減できる。従って、位置決め板にガイドピンや芯線を通す際の位置決め精度が向上する。

【0059】

上記した光ファイバ位置決め板の製法において、位置決め板12としては、貫通孔 $h_{21} \sim h_{24}$ が1次元配列をなすものを例示したが、位置決め孔が2次元配列をなすものも上記したと同様にして作成可能である。なお、位置決め板12は、いわゆるテーパエッチングが可能な選択エッチング処理を用いても作成することができる。

【0060】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、薄膜プロセス等により2次元配置の複数の貫通孔を有する金属製の位置決め板を作成すると共に、この位置決め板の一方の主面には複数の貫通孔にそれぞれ対応してメッキ厚さ方向に延長する2次元配置の複数の光ファイバ保持孔を有するように柱状金属をメッキして光ファイバホルダを構成したので、複数の光ファイバを2次元的に精度良く整列して保持可能な光ファイバホルダを実現できる効果が得られる。その上、次のような利点もある。

【0061】

(イ) メッキ規制筒の筒孔形状は、長手方向に直交する断面が円形状に限らず、多角形状等の任意の形状にすることができ、光ファイバホルダの外部形状は、メッキ規制筒の筒孔形状に対応して自由に決定することができる。

【0062】

(ロ) メッキ時間及びメッキレートを調整することにより光ファイバホルダの長さ(メッキ厚さ)を任意に設定することができ、例えば $5 mm$ 以上の長さを実現するのは容易である。

【0063】

(ハ) メッキ組成(例えばNiとFeとの組成比)を変更することによりホルダ本体を構成するメッキ金属の線膨張係数を調整可能である。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施形態に係る 2 次元光ファイバホルダを示す斜視図である。

【図 2】図 1 の X-X' 線に沿う断面図である。

【図 3】図 1 の光ファイバホルダの製法におけるメッキ工程を示す斜視図である。

【図 4】光ファイバ位置決め板の製法の一例におけるレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図 5】図 4 の工程に続くメッキ工程を示す断面図である。

【図 6】図 5 の工程に続くレジスト除去工程を示す断面図である。

【図 7】図 6 の工程に続く分離工程を示す断面図である。

【図 8】光ファイバ位置決め板の製法の他の例におけるレジスト層形成工程を示す断面図である。 10

【図 9】図 8 の工程に続くレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図 10】図 9 の工程に続くメッキ工程を示す断面図である。

【図 11】図 10 の工程に続くレジスト除去工程を示す断面図である。

【図 12】図 11 の工程に続く分離工程を示す断面図である。

【図 13】光ファイバ位置決め板の製法の更に他の例におけるレジスト層形成工程及びスパッタ工程を示す断面図である。

【図 14】図 13 の工程に続くリフトオフ工程を示す断面図である。

【図 15】図 14 の工程に続くレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図 16】図 15 の工程に続くメッキ工程を示す断面図である。 20

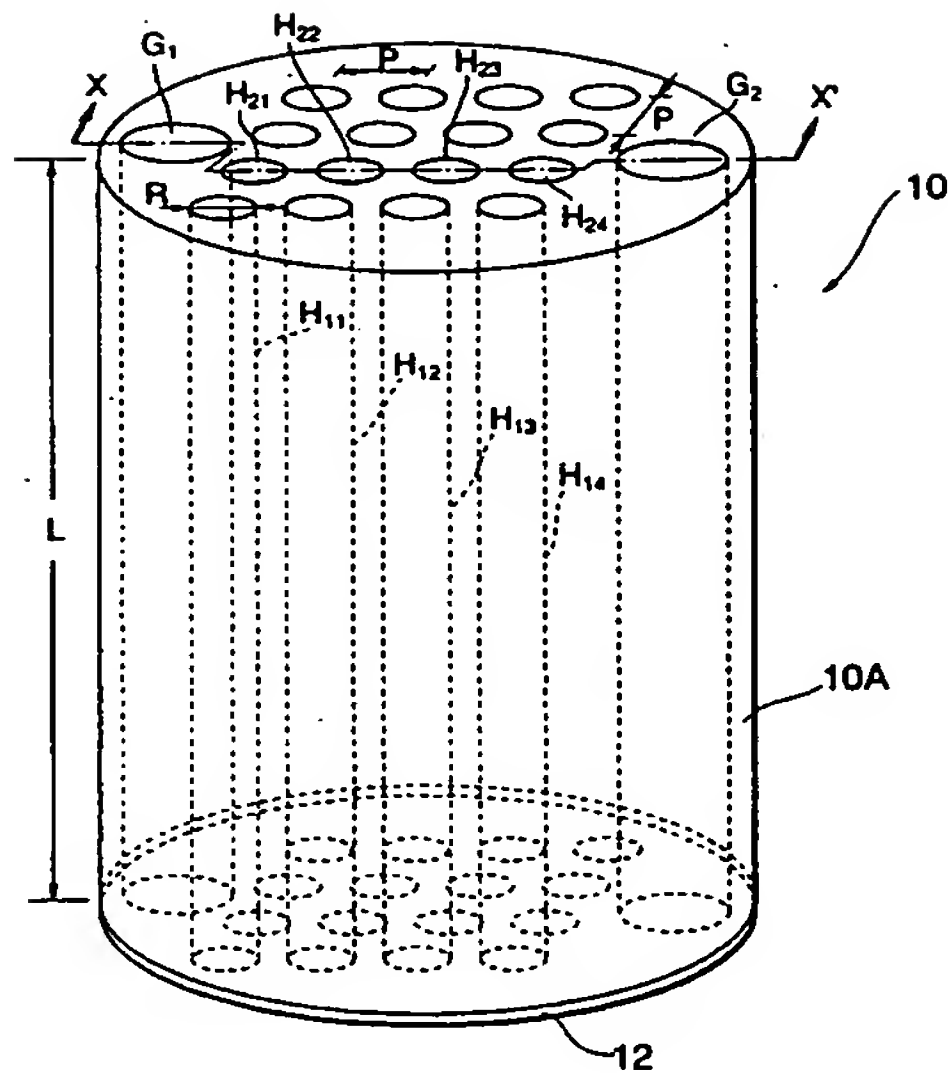
【図 17】図 16 の工程に続くレジスト除去工程を示す断面図である。

【図 18】図 17 の工程に続く分離工程を示す断面図である。

【符号の説明】

10 : 光ファイバホルダ、10A : ホルダ本体、12, 22 : 光ファイバ位置決め板、20 : メッキ規制筒、24 : 電気端子、30 : 基板、32 : Cu/Cr 積層、Q : 筒孔、F : 芯線群、H₁₁ ~ H₂₄ : 光ファイバ保持孔、G₁, G₂ : ガイドピン挿入孔、P₁, P₂, J₁ ~ J₄, K₁ ~ K₄ : ガイドピン挿通孔、F₂₁ ~ F₂₄ : 光ファイバ、GP₁, GP₂, g₁ ~ g₄ : ガイドピン、h₁₁ ~ h₂₄ : 貫通孔、f, h : 貫通孔群、34, 36, R₁ ~ R₄, R₂₁ ~ R₂₄, S₁ ~ S₄, S₂₁ ~ S₂₄, L₁ ~ L₄, L₂₁ ~ L₂₄ : レジスト層。 30

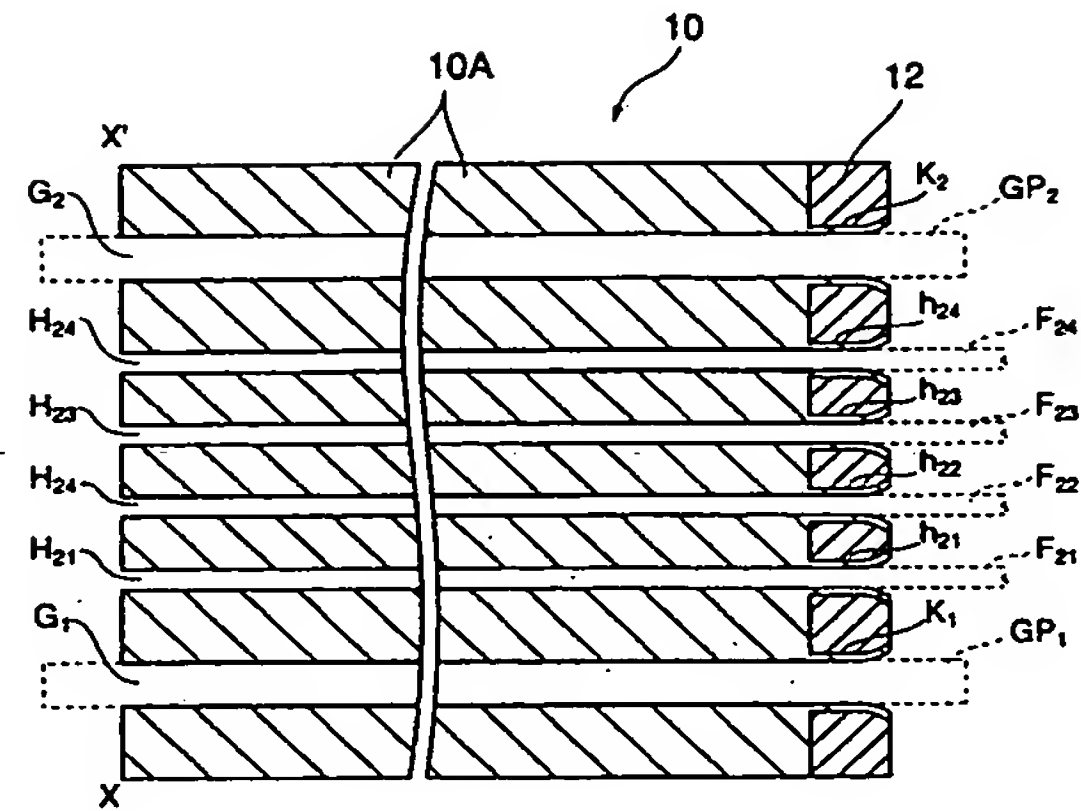
【図 1】



10: 光ファイバホルダ
10A: ホルダ本体
12: 光ファイバ位置決め板

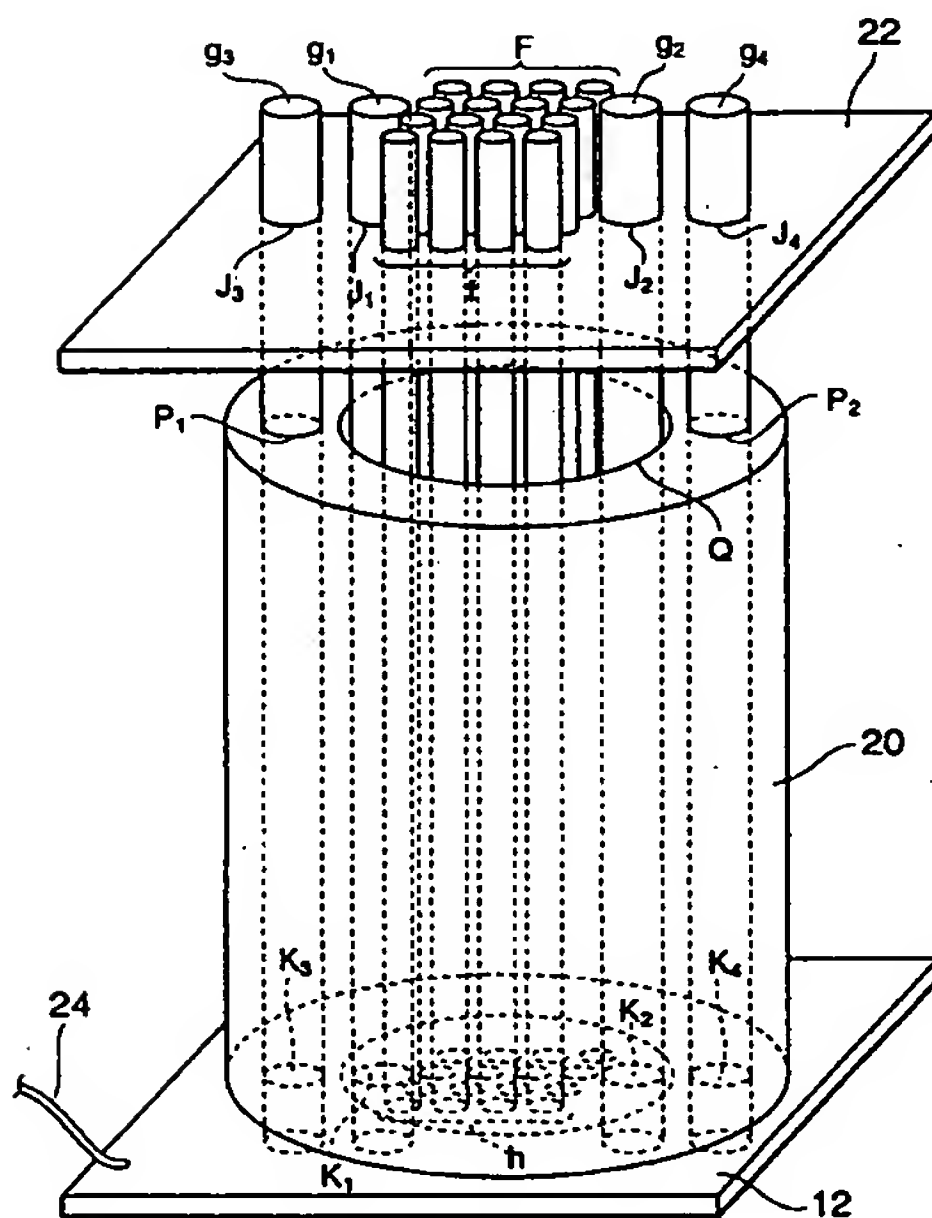
H₁₁~H₂₄: 光ファイバ保持孔
G₁, G₂: ガイドピン挿入孔

【図 2】



F₂₁~F₂₄: 光ファイバ
GP₁, GP₂: ガイドピン
K₁, K₂: ガイドピン挿通孔
h₂₁~h₂₄: 貫通孔

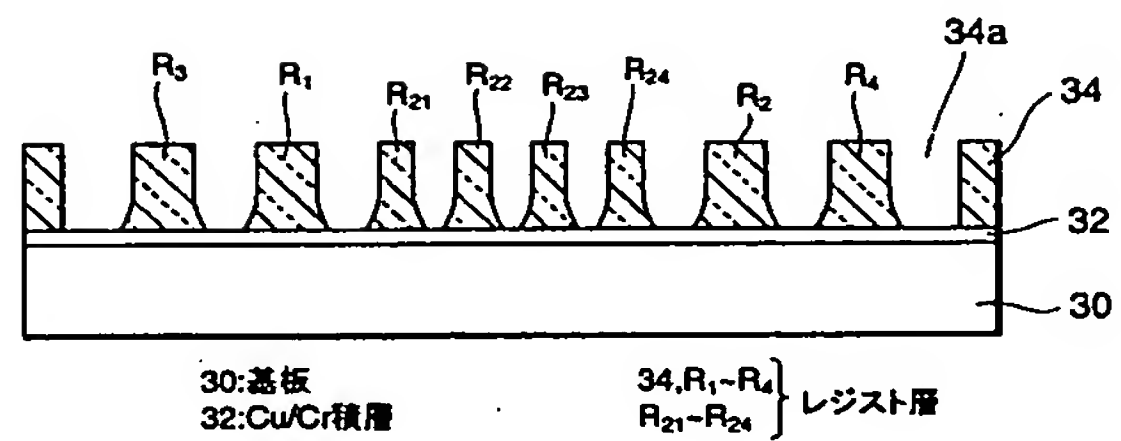
【図 3】



20: メッキ規制筒
22: 光ファイバ位置決め板
24: 電気端子
Q: 筒孔
F: 芯線群

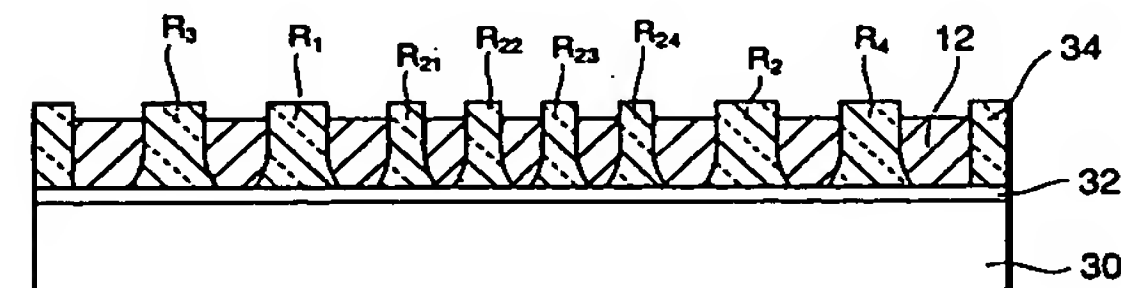
g₁~g₄: ガイドピン
P₁, P₂: ガイドピン挿通孔
K₁~K₄: ガイドピン挿通孔
J₁~J₄: 筒孔
h: 貫通孔群

【図 4】

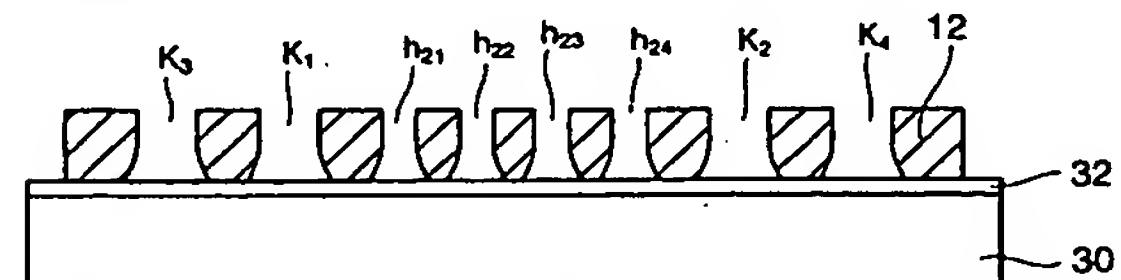


30: 基板
32: Cu/Cr 積層
34, R₁~R₄, R₂₁~R₂₄: レジスト層

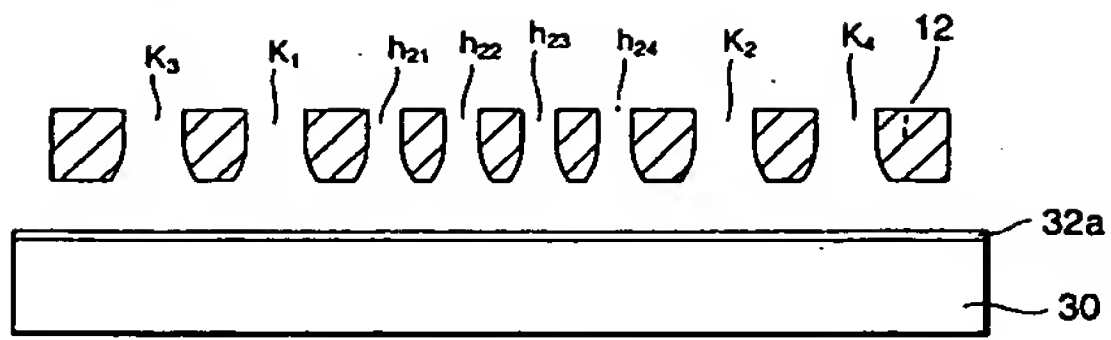
【図 5】



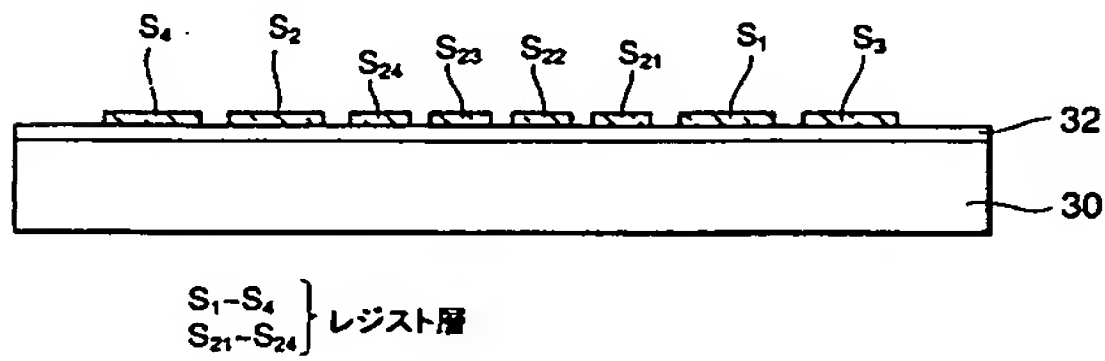
【図 6】



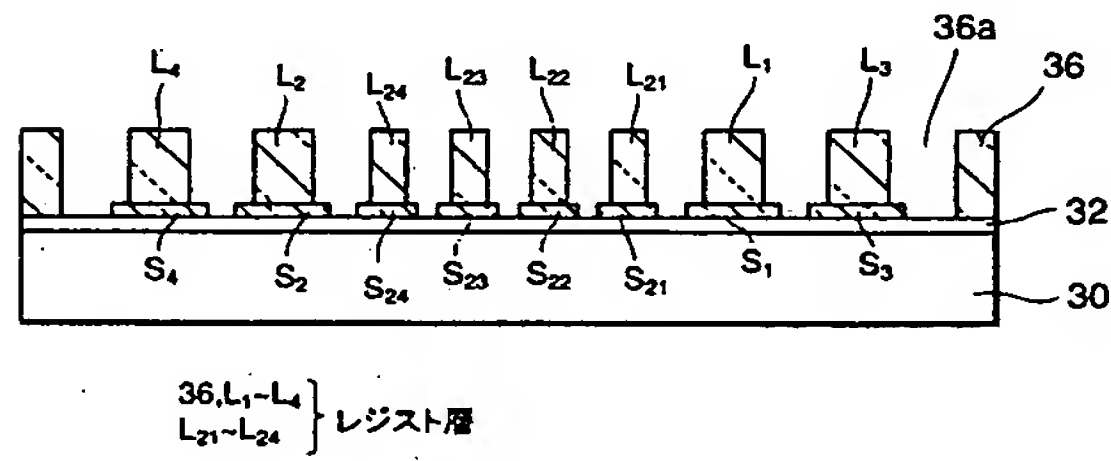
【図 7】



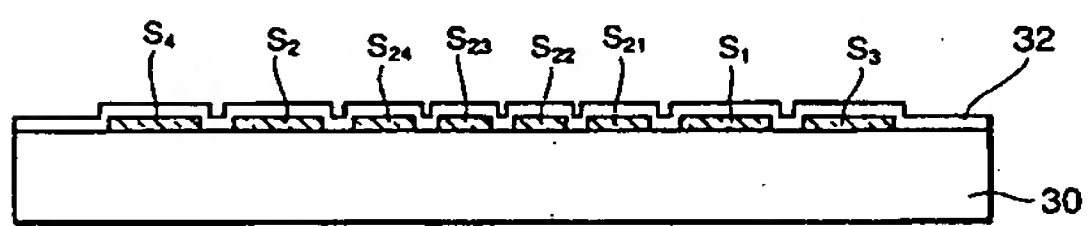
【図 8】



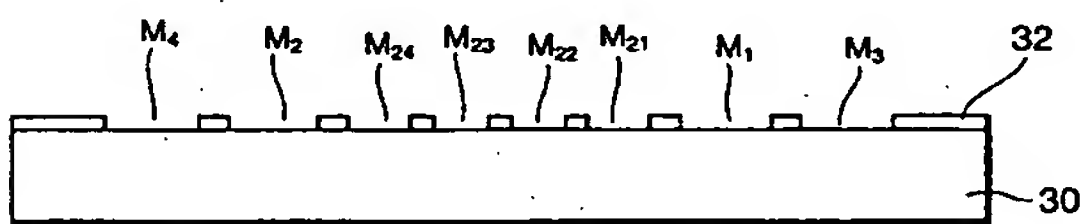
【図 9】



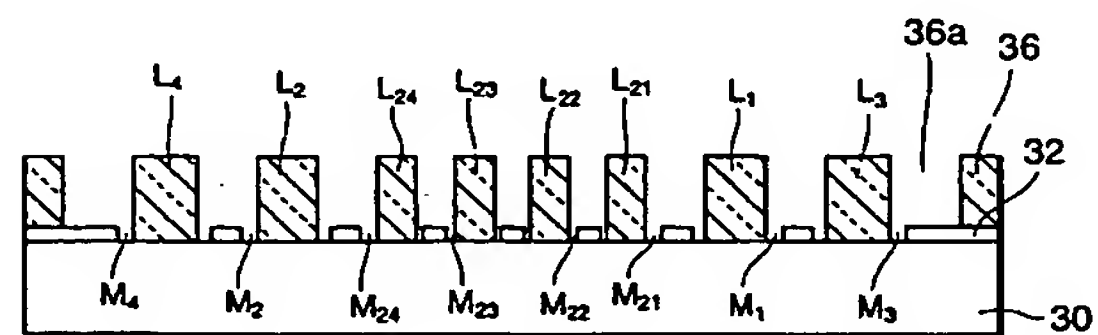
【図 13】



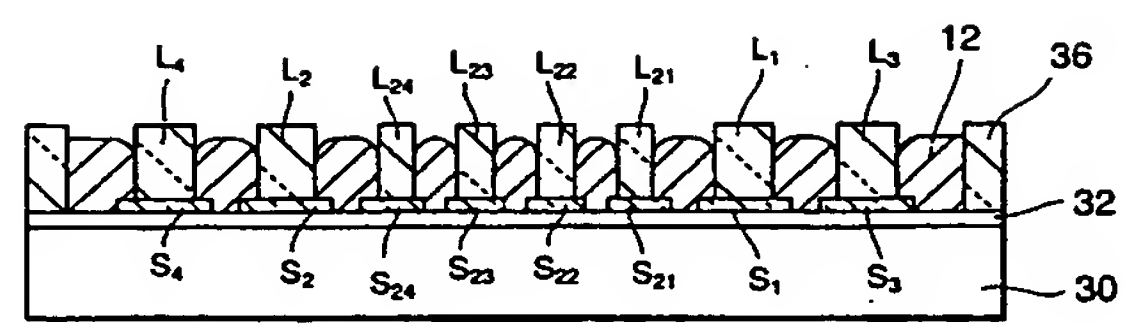
【図 14】



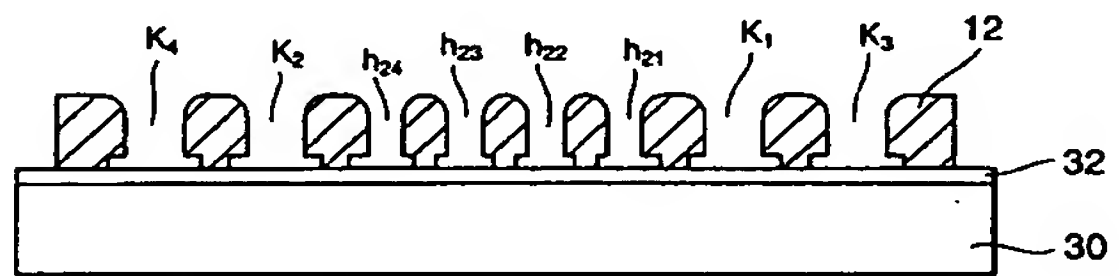
【図 15】



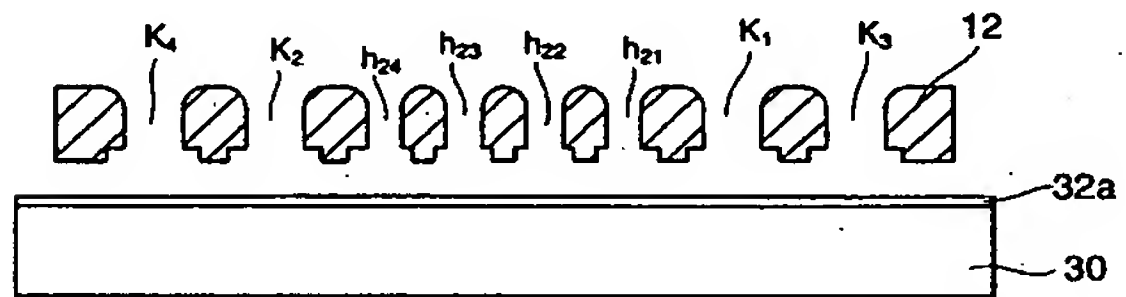
【図 10】



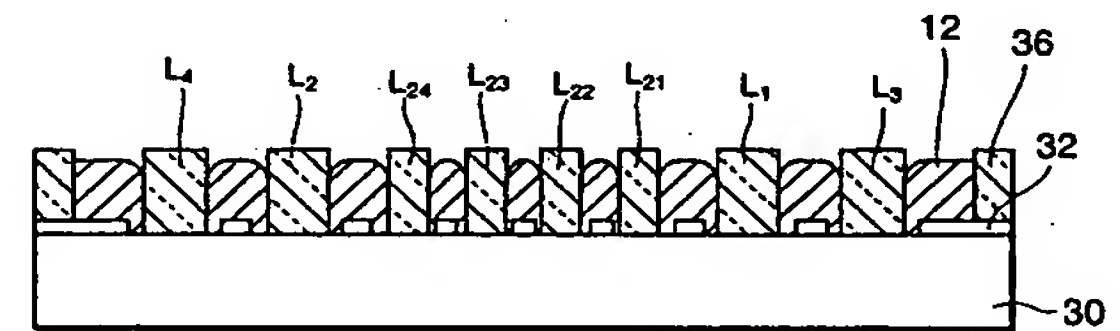
【図 11】



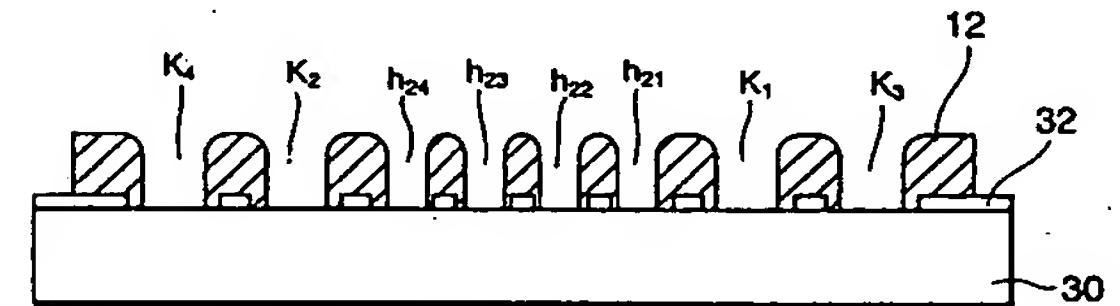
【図 12】



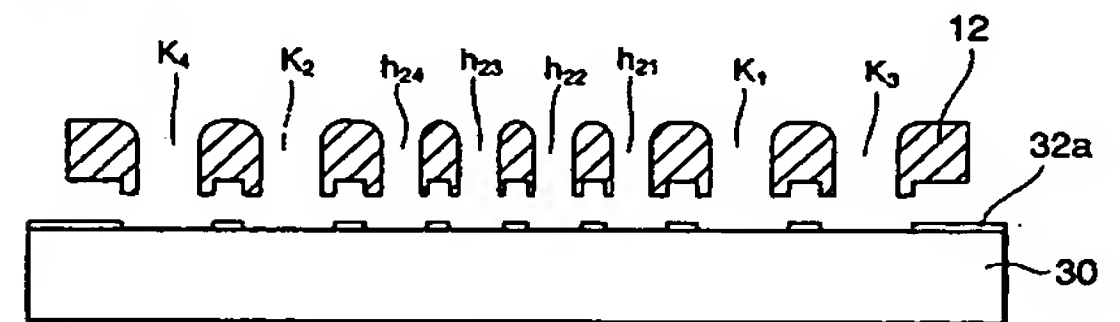
【図 16】



【図 17】



【図 18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.